



TITLE:

神経系、筋骨格系、環境の間での  
リズムの引き込みによる歩行運動  
の自己組織的生成(研究会「複雑系  
」,研究会報告)

AUTHOR(S):

多賀, 巖太郎; 山口, 陽子; 清水, 博

---

CITATION:

多賀, 巖太郎 ...[et al]. 神経系、筋骨格系、環境の間でのリズムの引き込みによる歩行運動の自己組織的生成(研究会「複雑系」,研究会報告). 物性研究 1992, 59(3): 326-327

ISSUE DATE:

1992-12-20

URL:

<http://hdl.handle.net/2433/95007>

RIGHT:

# 神経系、筋骨格系、環境の間でのリズムの引き込みによる 歩行運動の自己組織的生成

多賀 厳太郎

山口 陽子

清水 博

東京大学薬学部

## 1 序

(A) 生物 → 自律的な要素からなる系の時空間秩序生成過程として捉える

一般的な問題点

生物の機能を説明できるか？

神経系などのダイナミクスに情報がどのようにコーディングされているか？

環境の複雑性をどのように扱ったら良いか？

(B) 生物の運動制御の問題点

多自由度の協調

運動と知覚の統合

(C) 方法論

神経生理学などの実験とつじつまの合うストーリーを作る

モデルを仮説や直観に基づきデザインする

## 2 歩行運動の制御原理

(A) 歩行運動に関する神経生理学の知見

脊髄 リズム生成回路網（神経振動子結合系）

脳幹 脊髄の非特異的制御

脊髄のリズムは感覚情報に引き込まれる

(B) 筋骨格系の性質

固有の振動モード

(C) 歩行運動の制御原理に関する仮説

神経系のリズム生成回路網と筋骨格系とのリズムの相互引き込みによって、運動と感覚がリアルタイムで統合され、環境変動に柔軟な歩行運動が自己組織的に生成される

3 二足歩行運動制御モデル

構造

神経振動子の結合系である神経系 → 微分方程式

筋骨格系 → 運動方程式

二つの相互作用する力学系をデザイン

任意の環境で運動させる

4 計算機シミュレーション結果

(A) 安定な歩行運動の生成

神経系と筋骨格系とが相互引き込みをおこし二つの系全体で安定なリミットサイクルが生成 「グローバルリミットサイクル」

リミットサイクルの軌道安定性 → 筋骨格系に与えたある範囲内の大きさの外乱にリアルタイムで対応が可能

リミットサイクルの構造安定性 → 坂道 ( -15% から+10% ) を歩ける  
ゆっくり変化する凹凸の道を歩ける

(B) 多様な運動パターンの生成

リミットサイクルの分岐 → 歩行と走行との間をヒステリシスをともなった転移させることができる

三周期運動、カオティック運動も生成

(C) 個体間の運動の協調

リミットサイクルの相互引き込み → 二人の歩行の協調が実現

# 詳しくは物性研究10月号の記事を参照